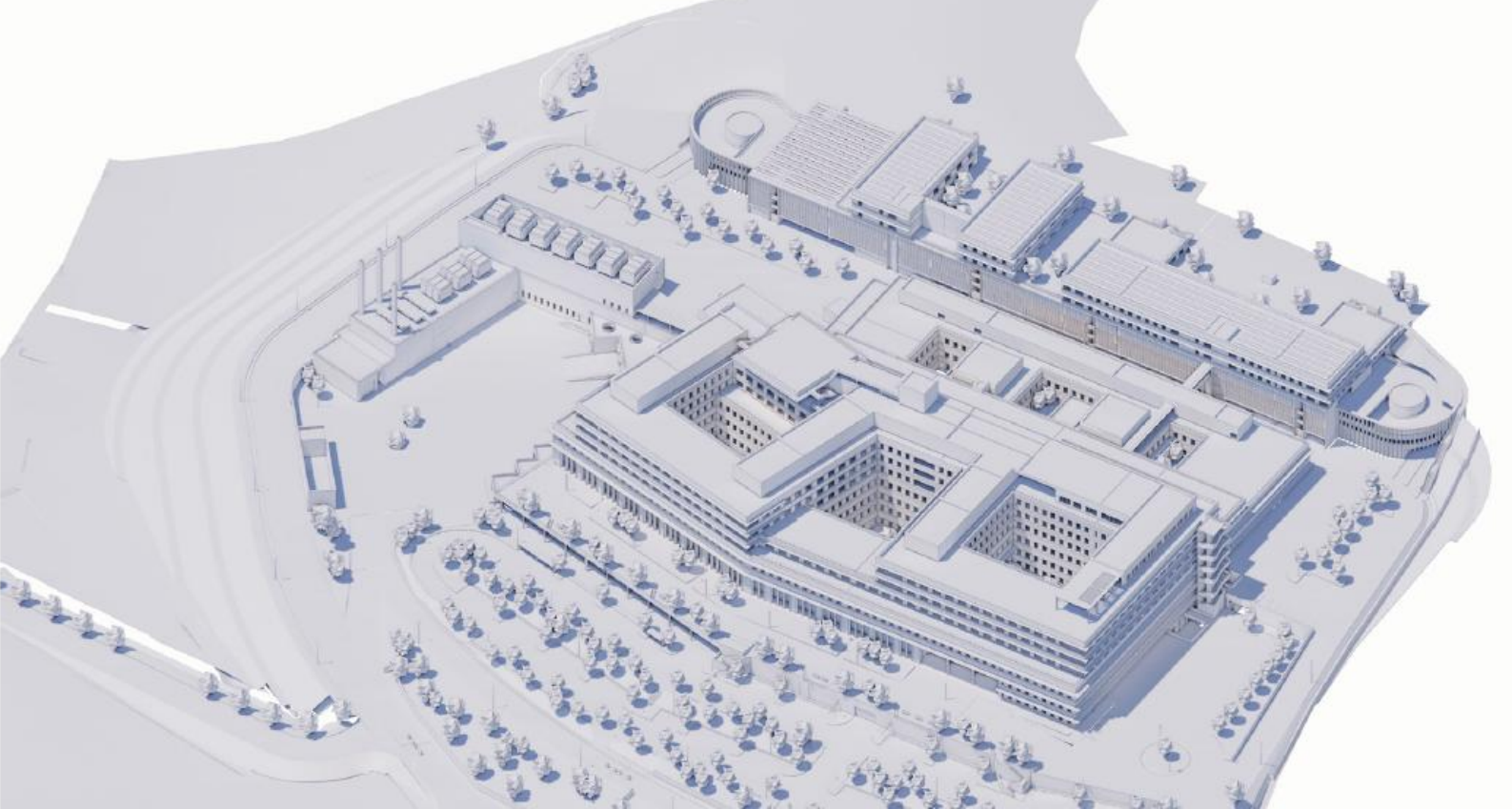




Projet d'aménagement Hôpital Tarbes-Lourdes

Bilan des émissions de gaz à effet de serre

RAPPORT D'ETUDE

Centre Hospitalier Tarbes-Lourdes

Projet d’aménagement Hôpital Tarbes-Lourdes
Bilan des émissions de gaz à effet de serre
Centre Hospitalier Tarbes-Lourdes
Rapport d’étude

V0	28/10/25	Benjamin ORÇONNEAU			Première version
INDICE	DATE DE REVISION	REDACTEUR*	VERIFICATEUR*	APPROBATEUR- (SI EXIGENCE)	DESCRIPTION DES MODIFICATIONS

*Les trigrammes sont interdits

ARTELIA – Siège Social
16 rue Simone Veil – 93400 Saint Ouen sur Seine

SOMMAIRE

1. CONTEXTE GÉNÉRAL ET OBJECTIFS	4
1.1. Objectif de l'étude.....	4
1.2. Présentation du projet	5
1.3. Description de l'état initial de l'environnement.....	5
1.4. Contexte méthodologique de l'étude	6
1.5. Ressources bibliographiques utilisées.....	7
2. PÉRIMÈTRE DU DIAGNOSTIC.....	8
2.1. Postes évalués.....	8
2.2. Éléments non pris en compte	8
2.3. Calcul des émissions de gaz à effet de serre.....	9
2.3.1. Unité de mesure des GES.....	9
2.3.2. Méthodologie de calcul	9
2.3.3. Incertitudes.....	10
3. BILAN DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE.....	12
3.1. Phase Chantier	12
3.1.1. Bilan global	12
3.1.2. Bilan par postes d'émissions.....	13
3.1.2.1. Intrants	13
3.1.2.2. Fret	17
3.1.2.3. Énergie	18
3.1.2.4. Déchets	18
3.1.2.5. Hors-Énergie.....	19
3.2. Phase Exploitation.....	20
3.2.1. Consommations d'électricité	20
3.2.2. Consommations de fluides frigorigènes	20
4. CONCLUSION	21
5. PISTES D'AMÉLIORATION	22

TABLEAUX

Tableau 1 Valeurs du pouvoir calorifique de réchauffement selon le gaz à effet de serre considéré

(Source : AR5, GIECC, 2013) 9

FIGURES

Figure 1 Vue de dessus du projet de l’Hôpital Tarbes-Lourdes (Source : Note PV, Inddigo 2025) 5

Figure 2 Répartition des émissions de GES par secteur pour la Communauté d’Agglomération Tarbes-Lourdes-Pyrénées (Source : TerriSTORY, ORCEO, 2025) 6

Figure 3 Postes d’émissions proposés pour le projet, phase chantier 8

Figure 4 Répartition des émissions de GES (en %) en fonction des postes d’émission pour la phase Construction, ARTELIA, Octobre 202512

Figure 5 Répartition des émissions de GES (en %) en fonction des postes d’émission pour la phase de Construction, ARTELIA, Octobre 202513

Figure 6 Répartition des émissions de GES du poste Intrants (En %), Artelia, Octobre 202514

1. CONTEXTE GENERAL ET OBJECTIFS

1.1. OBJECTIF DE L'ETUDE

Le présent document a pour objet d'évaluer les émissions de gaz à effet de serre (GES) du projet de création du CHU Tarbes-Lourdes, dans le cadre de l'Evaluation Environnementale au titre du Code de l'Environnement. Conformément au décret no 2017-725 du 3 mai 2017 relatif aux principes et modalités de calcul des émissions de gaz à effet de serre des projets publics, les émissions de GES du projet ont été évaluées en phase construction ainsi qu'en phase exploitation.

Ce document a pour principaux objectifs :

- De rappeler les principales hypothèses retenues pour la comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre induit par la construction et l'exploitation du projet
- De présenter la méthodologie Bilan Carbone® utilisée pour la présente évaluation des émissions de gaz à effet de serre
- De présenter les quantités de gaz à effet de serre calculées avec la méthode Bilan Carbone® par catégorie

Cette étude se base sur le guide méthodologique du Commissariat Général au Développement Durable « Prise en compte des émissions de gaz à effet de serre dans les études d'impact » paru en février 2022 (mis à jour en octobre 2022). Ce guide décline les 7 étapes suivantes, qui sont suivies dans l'étude :

- Etape 1 : Définition du périmètre de l'étude
- Etape 2 : Description de l'état initial de l'environnement
- Etape 3 : Définition des scénarios avec et sans projet
- Etape 4 : Identification des postes d'émissions GES significatifs
- Etape 5 : Quantification des émissions des scénarii : avec et sans projet
- Etape 6 : Calcul de l'impact du projet par poste d'émission
- Etape 7 : Définition de mesures ERC

1.2. PRESENTATION DU PROJET

Le projet de Centre Hospitalier Tarbes-Lourdes a pour objectif le regroupement des hôpitaux de Tarbes et Lourdes sur un site commun.

Le bilan des émissions de gaz à effet de serre présenté au sein de ce rapport prend en compte la construction et l'exploitation du nouveau Centre Hospitalier.

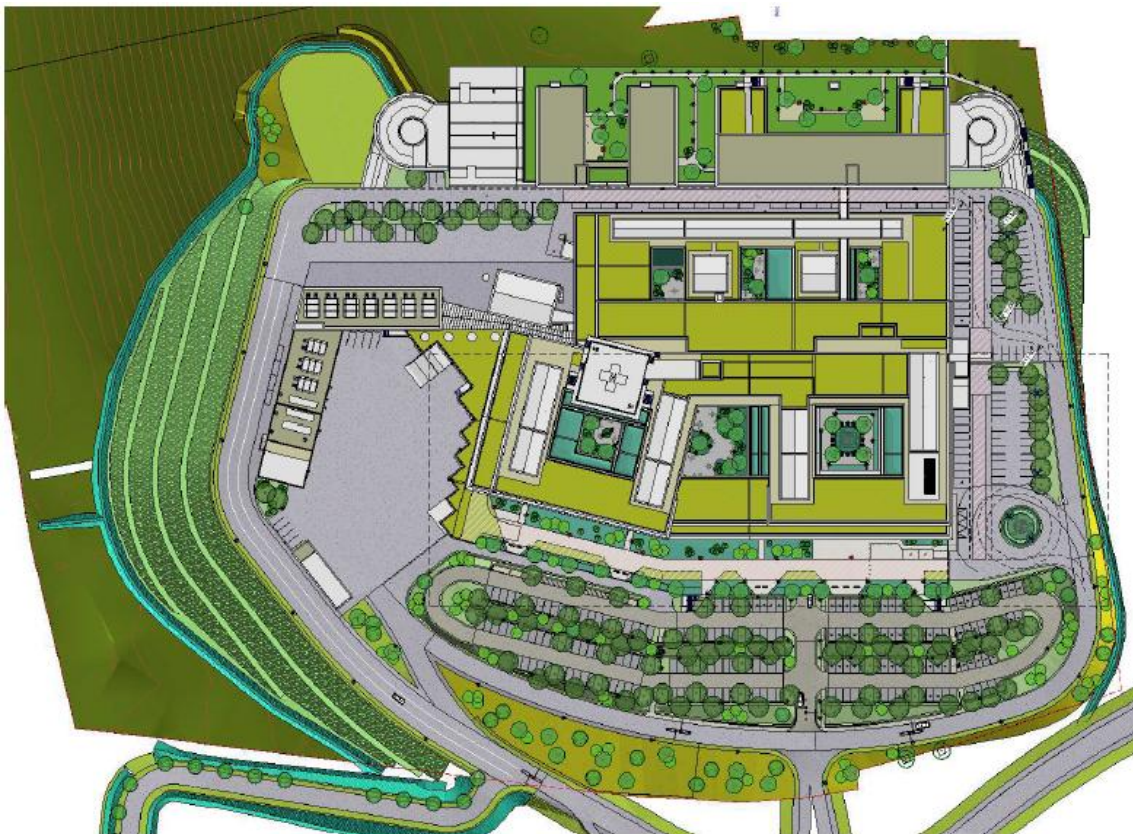


Figure 1 Vue de dessus du projet de l'Hôpital Tarbes-Lourdes (Source : Note PV, Inddigo 2025)

1.3. DESCRIPTION DE L'ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT

Cette description de l'état initial s'appuie sur le diagnostic le plus récent des émissions de gaz à effet de serre pour la communauté d'agglomération Tarbes-Lourdes-Pyrénées où se situe le projet. Ces données sont issues de l'utilitaire TerriSTORY, produit par l'ORCEO et dont les dernières données datent de 2022. Les émissions totales du territoire sont de **509 ktCO₂eq** pour l'année 2022 et selon la répartition suivante :

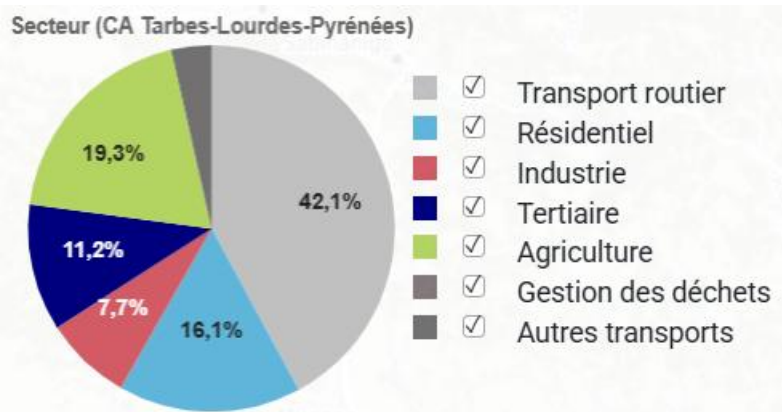


Figure 2 Répartition des émissions de GES par secteur pour la Communauté d'Agglomération Tarbes-Lourdes-Pyrénées
(Source : TerriSTORY, ORCEO, 2025)

1.4. CONTEXTE METHODOLOGIQUE DE L'ETUDE

La réalisation d'un diagnostic des émissions de gaz à effet de serre, première étape d'une stratégie de réduction des émissions des GES, peut faire appel à plusieurs méthodologies de calcul : « l'approche source » et « l'approche produit ».

La présente étude s'appuie sur la méthodologie Bilan Carbone® couplée, en amont, à une approche source basée sur les différentes phases du projet.

« Mesure » ou « Estimation »

Pour une question de coûts, il n'est pas envisageable de mesurer directement les émissions de GES, résultats d'une action donnée. En effet, mesurer avec précision les émissions supposerait de poser des capteurs sur tous les pots d'échappement des véhicules, et d'intégrer sur chaque système en fonctionnement des outils de mesures dynamiques.

La seule manière de procéder est alors d'estimer ces émissions en les obtenant à partir d'autres données. La méthode utilisée par Artelia est la méthode Bilan Carbone®, développée par l'ADEME. Cette méthode permet de convertir un ensemble de données collectées directement sur le projet, en termes d'émissions de GES grâce à des facteurs d'émissions (exprimés en équivalent CO₂).

Par ailleurs, comme l'essentiel de la méthode est basé sur des facteurs d'émission moyens, cette méthode a pour vocation première de fournir **des ordres de grandeur**. Cela n'empêche pas d'en tirer des conclusions pratiques pour la mise en place d'actions.

La méthode de diagnostic utilisée consiste à analyser l'ensemble des flux physiques (flux de personnes, d'objets, d'énergies, de matières premières, etc.) qui concerne le projet, et de leur faire correspondre les émissions de GES qu'ils génèrent.

La plupart des informations et données utilisées dans l'étude est issue du dossier d'études de l'étude d'impact du projet et de ses données d'entrée. L'objectif était d'étudier les données issues de chaque phase principale du projet, puis les agréger pour obtenir des résultats d'émissions de GES à l'échelle du projet global. Les données obtenues et/ou modélisées ont alors été traitées et converties en émissions de GES à partir des facteurs d'émissions issus de la méthode Bilan Carbone version 8.

1.5. RESSOURCES BIBLIOGRAPHIQUES UTILISEES

Les sources bibliographiques utilisées pour la réalisation de la présente étude sont listées ci-dessous :

- Outil Bilan Carbone® version 8, Association Bilan Carbone, 2021
- Base de données EcolInvent 3.10.1, 2024
- Documentation Base Carbone, <https://base-empreinte.ademe.fr/documentation/base-carbone>, 2025
- Le Hub des prescripteurs Bas Carbone, Institut Français pour la performance du bâtiment (IFPEB), 2020
- Rapport AR5, GIEC, 2013
- [Recommandations pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des projets routiers](#), CEREMA, 20201
- Note PV Phase APS3, Inddigo, 2025
- Notice Environnementale Phase APD, 2024

2. PERIMETRE DU DIAGNOSTIC

2.1. POSTES EVALUES

Les émissions de GES des phases **de construction (chantier) et d'exploitation** ont été prises en compte dans notre évaluation. Le périmètre de l'étude comprend l'ensemble des travaux de création d'infrastructure et d'aménagement.

Ci-dessous des schémas permettent de représenter et de visualiser les différents flux ayant un impact potentiel en matière d'émissions GES, ainsi que les postes d'émissions de la méthodologie d'évaluation des émissions de GES associés (en orange).

- **Pour la phase amont du chantier**

Nous évaluerons ici les émissions de gaz à effet de serre qui pourraient être consécutives au changement d'affectation des sols de la zone (dans notre cas l'emprise du projet à terme). En effet, il s'agit ici des émissions dues au stockage ou au déstockage du carbone contenu dans les sols et la végétation.

- **Pour la phase chantier**

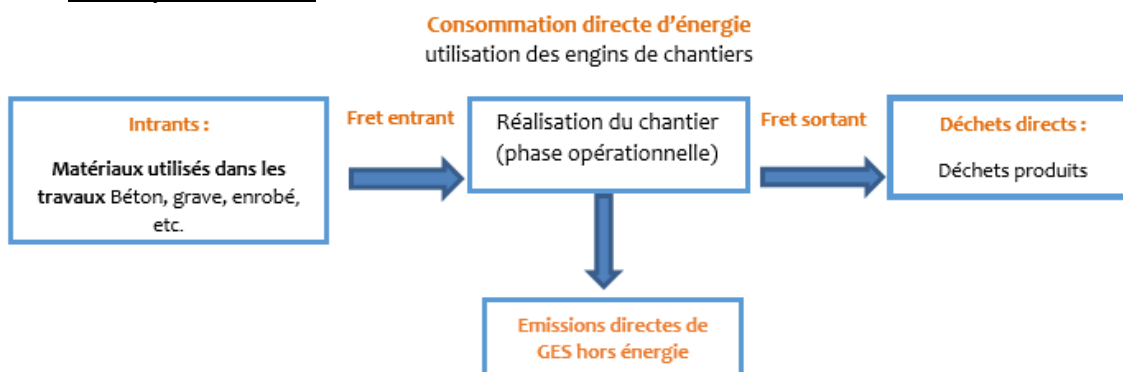


Figure 3 Postes d'émissions proposés pour le projet, phase chantier

- **Pour la phase exploitation**

Une fois le projet construit, le calcul des émissions est établi sur les émissions générées par l'exploitation du projet. Pour cette phase, les émissions ou réductions d'émissions considérées sont celles générées par le report modal associé à la zone d'étude. Par rapport à la durée de vie du projet, les émissions de cette phase d'exploitation sont calculées pour une durée de 20 ans à partir de la fin de la phase chantier du projet.

2.2. ELEMENTS NON PRIS EN COMPTE

Les travaux ci-dessous n'ont pas été pris en compte dans la comptabilisation des émissions de GES. En effet, les poids relatifs de ces travaux ont été jugés comme n'étant pas suffisamment significatifs d'un point de vue des émissions GES. Les émissions pouvant en résulter ne sont à cet égard pas de nature à changer les ordres de grandeur dégagés par cette évaluation :

- Travaux d'installation de chantier (panneau, encadrement, sécurité, etc.), poids relatif peu important dans l'évaluation prévisionnelle GES
- Les déplacements domicile - chantier des employés nécessaires pour la construction

2.3. CALCUL DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

2.3.1. Unité de mesure des GES

Pour rappel, il existe plusieurs gaz à effet de serre dont la nocivité est différente. Afin de comparer l'impact de ces différents gaz à effet de serre (GES), le GIEC a défini le Potentiel de Réchauffement Global (PRG). Cet indice exprime la contribution au réchauffement climatique d'une certaine quantité de gaz à effet de serre sur une période définie de 100 ans par rapport à celle du CO₂.

Cela permet, plutôt que de mesurer les émissions de chaque gaz à effet de serre d'utiliser une unité commune : l'équivalent CO₂ (eqCO₂). L'équivalent CO₂ est l'unité créée par le GIEC pour comparer les impacts de ces différents GES en matière de réchauffement climatique et pouvoir cumuler leurs émissions.

L'équivalent CO₂ des différents gaz à effet de serre se mesure relativement au principal d'entre eux, le dioxyde de carbone. Concrètement, l'équivalent CO₂ consiste à attribuer un PRG différent pour chaque gaz. C'est cet indicateur qui permet de regrouper sous une seule valeur l'effet additionné de tous les GES contribuant à l'effet de serre. De plus, les facteurs d'émission susceptibles d'être utilisés dans le cadre de cette mission ne disposent pas toujours de la distinction des émissions par type de gaz à effet de serre, ce qui justifie davantage ce choix.

Le tableau suivant présente quelques PRG de divers GES publiés dans le rapport AR5 du GIEC en 2013.

Gaz	PRG sur 100 ans
Dioxyde de carbone – CO ₂	1
<u>Méthane</u> – CH ₄	30
<u>Protoxyde d'azote</u> – N ₂ O	265
PFC-14 (<u>Tétrafluorure de carbone</u>)	6 630
HFC-23 (<u>Trifluorométhane</u>)	12 400
<u>Hexafluorure de soufre</u>	23 500

Tableau 1 Valeurs du pouvoir calorifique de réchauffement selon le gaz à effet de serre considéré (Source : AR5, GIECC, 2013)

Au sein du présent rapport, il convient de préciser que l'unité qui sera utilisée afin de calculer les émissions GES du projet sera la tonne équivalent CO₂ (tCO₂eq).

2.3.2. Méthodologie de calcul

La méthode de diagnostic utilisée consiste à analyser l'ensemble des flux physiques (flux de personnes, d'objets, d'énergies, de matières premières, etc.) qui concerne le projet, et de leur faire correspondre un facteur d'émission correspondant, qui va représenter les émissions de CO₂eq par unité de flux.

Le calcul des émissions GES du projet consiste donc à associer à chaque activité le facteur d'émissions correspondant.

$$\begin{array}{ccc} \text{Emissions de GES} & = & \text{données d'activité} * \text{facteur d'émission} \\ \text{En tCO}_2\text{eq} & & \begin{array}{cc} \text{En tonne par} & \text{En tCO}_2\text{eq/ quantité} \\ \text{exemple} & \end{array} \end{array}$$

La méthodologie Bilan Carbone® définit **sept postes d'émissions principaux**.

Pour la phase chantier cette évaluation se focalise uniquement **sur cinq postes principaux**. En effet les postes Immobilisations et Déplacements ont pu être négligés dans le cadre de ces travaux. Le poste Immobilisation correspond à l'impact dû à la fabrication des engins de chantier utilisés sur le chantier notamment. Ce poste étant difficilement évaluable, la nature des engins utilisés étant variés et les émissions associées aux engins étant majoritairement dues à leur consommation de carburant, il a été choisi de le négliger. Pour le poste Déplacement, celui-ci correspond aux déplacements des ouvriers dans le cadre du chantier. Ce poste étant difficile à évaluer et d'expérience très faible, nous le négligerons également. Les résultats seront présentés en différenciant ces postes :

- **Hors-Energie** > Emissions relatives au changement d'affectation des sols
- **Energie** > Emissions relatives aux combustibles et à l'électricité utilisés pour le fonctionnement des grues et des engins de chantier
- **Intrants** > Emissions relatives aux matériaux utilisés pour la construction du projet : béton, acier, CVC, CFO, CFA grave, enrobé, PVC...
- **Fret** > Emissions relatives au transport de marchandises entrant (intrants) et sortant (évacuation déblais, ...)
- **Déchets** > Terres excavés non réutilisées in situ

Pour la phase d'exploitation, les postes suivants sont pris en compte :

- **Consommations énergétiques** > Consommations d'électricité
- **Maintenance des systèmes de climatisation** > Consommations de fluides frigorigènes

L'évaluation carbone établie dans le cadre de cette mission est réalisée **en prenant bien en compte les 3 scopes d'émission définis initialement par la loi Grenelle** :

- **Scope 1**, les émissions directes de GES : émissions de GES de sources de gaz à effet de serre, fixes ou mobiles (voiture, bâtiments, entrepôts, etc.) contrôlées par l'entreprise.
- **Scope 2**, les émissions indirectes de GES associées à l'énergie : émissions provenant de la production de l'électricité, de la chaleur ou de la vapeur importée et consommée par l'entreprise pour ses activités.
- **Scope 3**, les autres émissions indirectes de GES : déchets (transport et traitement), fabrication et approvisionnement des intrants (matières et matériaux entrants nécessaires à la construction).

2.3.3. Incertitudes

Chaque calcul d'émission de GES dispose de sa propre incertitude. Cette incertitude par calcul élémentaire combine l'incertitude **estimée sur le facteur d'émission, et l'incertitude estimée sur les données d'activité retenues** pour le calcul.

Dans l'hypothèse d'une distribution gaussienne (normale) des incertitudes et en se basant sur le principe de la propagation des incertitudes, l'incertitude totale U_i de l'activité provenant de la combinaison d'un facteur d'émission et d'une donnée d'activité (liée à une multiplication) se calcule à partir de la formule suivante :

$$U_i = \sqrt{U_{DA}^2 + U_{FE}^2}$$

U_{DA} est le pourcentage d'incertitude associé à la donnée d'activité (DA) ;
 U_{FE} est le pourcentage d'incertitude associé au facteur d'émission (FE).

Le projet global est constitué de plusieurs postes d'émission dont les incertitudes liées aux activités s'additionnent. Les incertitudes par poste d'émission, ensemble, déterminent l'incertitude globale des émissions de GES du projet. L'incertitude totale associée à une addition se calcule à partir de la formule suivante :

$$U_{total} = \frac{\sqrt{(U_1 \cdot x_1)^2 + (U_2 \cdot x_2)^2 + \dots + (U_n \cdot x_n)^2}}{x_1 + x_2 + \dots + x_n}$$

Où :

U_{total} est le pourcentage d'incertitude associé à la somme des émissions X_i ;

X_i sont les émissions additionnées des activités ;

U_i sont les incertitudes associées à chacune des émissions X_i .

Cette approche est conforme aux recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion de l'incertitude, et est appliquée dans l'outil Bilan Carbone® de l'ADEME.

Par rapport aux données d'activités mises à disposition, ces dernières ont été considérées en deux catégories pour les incertitudes :

- **15% | Faible** - pour une donnée étant issue d'une source fiable et n'ayant pas eu à être recalculée
- **30% | Moyenne** - pour une donnée ayant été estimée avec une représentativité moyenne ou recalculée par conversion (par exemple : calcul du tonnage d'acier à partir des équipements et éléments des lots techniques mis en œuvre) ; c'est cette fourchette d'incertitude qui a été majoritairement appliquée ;

Concernant les facteurs d'émission, chaque facteur dispose de sa propre incertitude, qui est définie directement au sein du tableur bilan carbone de l'ADEME.

3. BILAN DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

3.1. PHASE CHANTIER

Cette partie récapitule les principaux résultats issus des postes d'émissions étudiés.

3.1.1. Bilan global

Le projet est responsable d'environ **43 700 tCO₂eq** pour la phase Construction.

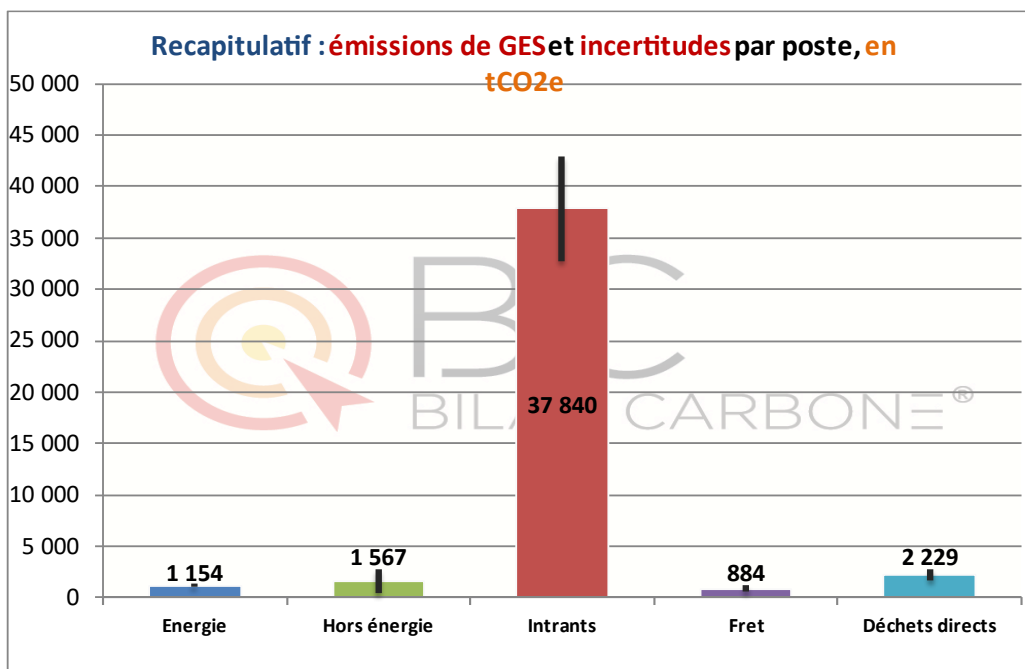
Ce résultat est présenté **avec une incertitude associée de +/- 5 250 tCO₂eq** (environ 12 % du total des émissions estimées, d'après le calcul d'incertitude présenté au paragraphe 2.3.3). Cette incertitude peut être interprétée de la manière suivante « la construction du projet a une probabilité de 95% de rentrer dans cette fourchette d'émissions de GES : 38 450 tCO₂eq < Emissions de GES < 48 950 tCO₂eq ».

La répartition de ces émissions est présentée dans le graphique suivant entre les postes « Energie », « Hors-Energie », « Intrants », « Fret », « Déplacements » et « Déchets directs ».

Le **poste le plus contributif est « Intrants », qui correspond aux matériaux utilisés**, avec près de **37 850 tCO₂eq (87 %** du montant total des émissions des GES identifiées).

Arrive en seconde position le **poste Déchets directs**, qui sont les émissions liées **au traitement des matériaux sortants** (avec près de **2 230 tCO₂eq**, soit **5 %** des émissions de GES identifiées).

Les **autres postes restent moins contributifs** : « Hors Energie » qui concerne les changements d'affectation des sols (1 600 tCO₂eq, soit 3,5 % du total des émissions), « Fret » (880 tCO₂eq, soit un peu moins de 2 % du total des émissions) et « Energie » qui concerne les consommations énergétiques du chantier (1 150 tCO₂eq, soit un peu plus de 2,5 % du total des émissions).



Incertitudes associées au profil GES*

- ❖ Energie : 15 %
- ❖ Hors Energie : 72%
- ❖ Intrants : 13 %
- ❖ Fret : 40 %
- ❖ Déchets directs : 26 %

* Dans le tableau Bilan Carbone, chaque résultat de calcul dispose de sa propre incertitude qui combine celle estimée sur le facteur d'émission et celle estimée sur la donnée d'activité.

Figure 4 Répartition des émissions de GES (en %) en fonction des postes d'émission pour la phase Construction, ARTELIA, Octobre 2025

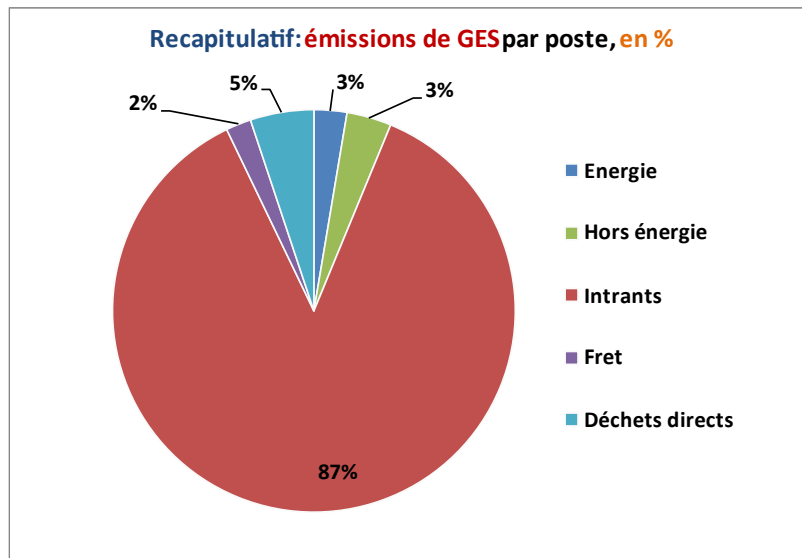


Figure 5 Répartition des émissions de GES (en %) en fonction des postes d'émission pour la phase de Construction, ARTELIA, Octobre 2025

3.1.2. Bilan par postes d'émissions

3.1.2.1. Intrants

Ce poste est lié aux matériaux entrants (environ 37 850 tCO₂eq – 87 % du montant total des émissions des GES identifiées sur la phase de chantier).

Il s'agit ici des émissions liées à la fabrication des différents matériaux de construction nécessaires à la réalisation du chantier.

Pour comptabiliser les émissions GES générées par ces matériaux, un tableur de données d'entrée des matériaux principaux à renseigner a été complété par nos équipes. Les données récoltées ont ensuite été exploitées via le tableur Bilan Carbone© afin d'obtenir les émissions carbone associées.

Il s'agit pour rappel du principal poste émetteur de GES sur la phase Construction du projet. C'est pourquoi il est proposé dans la suite du rapport, une présentation des différents types de matériaux et leurs impacts GES. Pour chaque type de matériau seront indiqués sa correspondance avec les grands postes du projet, les quantités agrégées, les facteurs d'émissions et les résultats en tCO₂eq.

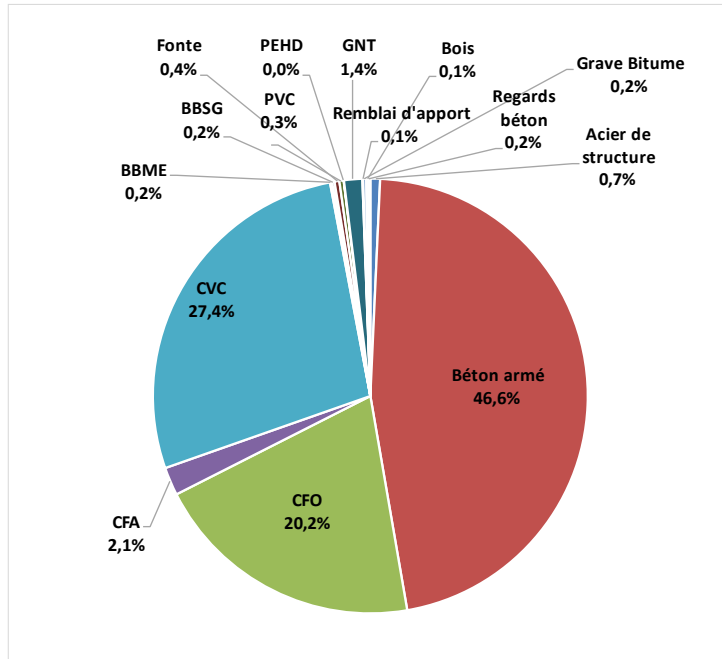


Figure 6 Répartition des émissions de GES du poste Intrants (En %), Artelia, Octobre 2025

Béton armé

Le béton est principalement constitué de ciment, de granulats, d'eau et potentiellement d'adjuvants. Pour la production d'un béton utilisant du ciment traditionnel (ciment portland pris en compte dans l'outil Bilan Carbone), l'impact carbone du béton est principalement dû à celui du ciment. Dans le cas du projet, le béton utilisé est du béton armé dont les armatures en acier augmentent l'impact carbone.

Résultats :

Localisation	Libellé	Unité	Quantité	Facteur d'émission (kgCO ₂ eq par unité)	Total CO ₂ eq (en tonnes)
Fondations superficielles	Béton armé	t	1 978	155 kgCO ₂ eq/t	307
Casque de fondations sur pieux		t	6 123		949
Longrines		t	614		95
Dallage			1 146		178
Voiles			33 741		5 230
Plancher prédalle			58 659		9 092
Poteaux			3 404		527
Poutres			8 016		1 242
TOTAL					17 620 t

En comptabilisant le ciment seul, les émissions GES sont de l'ordre de **17 600 tCO₂eq**, soit un peu moins **de 40,3 % du montant global pour le projet.**

Métaux

Le projet utilise deux types de métaux, de l'**acier** pour la structure, ainsi que de la **fonte** pour certaines canalisations.

Hypothèses de calcul :

L'acier recyclé peut être utilisé dans les mêmes conditions que l'acier produit à partir de minerai. Ce métal est en effet traité dans des entreprises spécialisées, pour être transformé en objets qui font intégralement partie de notre quotidien. On retrouve ainsi cet **acier recyclé** dans les boîtes de conserves et les canettes, mais aussi dans les appareils ménagers. De même, **le taux d'acier recyclé dans les armatures pour béton peut être particulièrement élevé.**

En France, 40% de la production d'acier provient du recyclage de ferrailles récupérées.¹ Nous avons donc choisi d'utiliser ce taux de recyclage comme base pour nos calculs.

Les facteurs d'émission en attestent : l'emploi d'acier neuf génère 2 210 kgCO₂eq/tonne tandis que l'emploi d'acier recyclé génère seulement 938 kgCO₂eq/tonne, soit une réduction considérable de 58% des émissions GES. L'emploi d'acier recyclé est donc fortement préconisé lorsqu'elle est possible.

Pour ce qui est de la fonte, le facteur d'émissions choisi est issu de la base ACV EcolInvent 3.10.1, qui prend en compte la production moyenne de fonte en Europe.

Résultats :

Libellé	Unité	Quantité	Facteur d'émission (kgCO ₂ eq par unité)	Total CO ₂ eq (en tonnes)
Acier de structure	t	160 (40% issu du recyclé)	Acier neuf : 2210 kgCO ₂ eq/tonne Acier recyclé : 938 kgCO ₂ eq/tonne Fonte : 1 628 kgCO ₂ eq/tonne	272
Canalisation en fonte	t	113,3 (40% issu du recyclé)		135
TOTAL				407 t

Les émissions GES identifiées sont de l'ordre de **400 tCO₂eq**, soit environ **0,9 % du montant global pour le projet.**

Plastiques

La filière plastique est caractérisée par une importante variété de résines ou polymères, dont les 5 principales sont : le polyéthylène (PE, qui peut se diviser en PE haute ou basse densité, PEHD ou PELD/PEBD), le polypropylène (PP), le polystyrène (PS), le polychlorure de vinyle (PVC) et le poly téréphtalate d'éthylène (PET). Chacune de ces résines nécessite une filière de recyclage spécifique.

Dans ce projet, du PVC et du PEHD sont utilisés pour les canalisations et les fourreaux des réseaux électriques.

Résultats :

Localisation	Libellé	Unité	Quantité	Facteur d'émission (kgCO ₂ eq par unité)	Total CO ₂ eq (en tonnes)
PVC	Tube PVC	ml	470	PVC DN200 5 kgCO ₂ eq/ml	2,3

¹ Source : <https://www.senat.fr/rap/r18-649-1/r18-649-121.html>

	Fourreau	ml	5 770	Fourreau PVC DN100 4 kgCO ₂ eq/ml	21
	Canalisation DN200	ml	8 800	PVC DN200 11 kgCO ₂ eq/ml	97,7
PEHD	Canalisation PEHD	ml	640	Canalisation PEHD 11 kgCO ₂ eq/ml	7
TOTAL					128 t

Les émissions GES identifiées sont de l'ordre de **130 tCO₂eq**, soit un peu moins **de 0,3 % du montant global pour le projet**.

Remblais d'apport

Le projet utilise du remblai d'apport, en plus des 50% des déblais réutilisés in situ comme remblais. Il est aussi pris en compte ici les utilisations de grave non traitée ; notamment pour la voirie.

Résultats :

Libellé	Unité	Quantité	Facteur d'émission (kgCO ₂ eq par unité)	Total CO ₂ eq (en tonnes)
Remblai d'apport	t	5 090	4 kgCO ₂ eq/t	20
Grave Non Traitée	t	35 360	14,5 kgCO ₂ eq/t	513
TOTAL				533 t

Les émissions GES sont de l'ordre de **530 tCO₂eq**, soit un peu moins **de 1,2 % du montant global pour le projet**.

Enrobés

La loi de transition énergétique pour la croissance verte fixe des objectifs ambitieux d'utilisation des matériaux recyclés dans le cadre des travaux routiers. La réussite de ces objectifs implique néanmoins plusieurs paramètres à prendre en compte par les maîtres d'ouvrage tels que les stocks de matériaux inertes disponibles sur leurs territoires ainsi que la qualité de ces matériaux.

La loi fixe les objectifs suivants :

- à partir de 2020, en entretien ou construction, le réemploi des agrégats avec les taux de recyclage suivants : à minima 20% en masse des matériaux dans les couches de surfaces et 30% dans les couches d'assises

Les facteurs d'émissions présentés ci-dessous correspondent donc à ces valeurs.

Libellé	Unité	Quantité	Facteur d'émission (kgCO ₂ eq par unité)	Total CO ₂ eq (en tonnes)
BBME	t	1 067	Enrobé à modulé élevé 55,1 kgCO ₂ eq/tonne	59
BBSG	t	1 590	Enrobé bitumineux 20% issu de recyclage 43,7 kgCO ₂ eq/tonne	68
Grave Bitume	t	1 892	Grave Bitume 46,5 kgCO ₂ eq/tonne	88
TOTAL				215 t

Les émissions GES identifiées sont de l'ordre de **215 tCO₂eq**, soit un peu moins de **0,5 % du montant global pour le projet**

Lots forfaitaires

Les postes CFO, CFA et CVC du projet ont été pris en compte en utilisant des ratio issu de la base ACV INIES, n'ayant pas de détail permettant leur intégration d'une autre manière. La surface utile prise en compte est celle utilisée dans l'étude d'approvisionnement énergétique.

Résultats :

Libellé	Unité	Quantité	Facteur d'émission (kgCO ₂ eq par unité)	Total CO ₂ eq (en tonnes)
CFO	m ²	66 042	CFO 116 kgCO ₂ eq/m ²	7 661
CFA	m ²	66 042	CFA 12 kgCO ₂ eq/m ²	792
CVC	m ²	66 042	CVC 157 kgCO ₂ eq/m ²	10 369
TOTAL				18 822 t

Les émissions GES identifiées pour tous les lots forfaitaires sont de l'ordre de **18 800 tCO₂eq**, soit environ de **43,1 % du montant global pour le projet**.

3.1.2.2. Fret

Le poste Fret correspond à l'approvisionnement sur le chantier de l'ensemble des matériaux nécessaires pour le chantier, et dont la fabrication a été comptabilisée au sein du poste Intrants.

Méthodologie de calcul :

La méthodologie employée pour le calcul des émissions est de repartir du tonnage de matériaux équivalents, auquel est associé un type de véhicule pour leur transport. Dans le cadre de ce projet, ne connaissant pas précisément la provenance des matériaux, les hypothèses suivantes ont été posées :

- Existence de fournisseurs locaux pour les principaux matériaux utilisés (Rayon de 20km)

Le détail pour chaque ensemble de matériaux est précisé ci-dessous.

Les principales hypothèses retenues sont les suivantes :

➤ **Fret entrant :**

- **Béton, Acier, Fonte et plastiques**

Type véhicule : Rigide 26 à 32 t

Distance : 20 km

- **Remblai**

Type véhicule : Rigide 26 à 32 t

Distance : 20 km

➤ **Fret sortant :**

- **Déblais non réutilisé ou stocké**

Type véhicule : Rigide 26 à 32 t

Distance : 30 km

Les émissions liées aux transports des matériaux sont d'environ 880 tCO₂eq – 2 % du montant total des émissions des GES identifiées sur la phase Construction.

3.1.2.3. Energie

Hypothèses de calcul

Dans ce projet, les travaux de terrassement représentent une consommation énergétique importante, par l'utilisation d'engins de chantier fonctionnant au gazole non routier. A ce stade de l'étude, les données relatives à l'utilisation de ces engins n'étaient toutefois pas disponibles au détail, des hypothèses issues de la méthode de calcul simplifiée proposée par le label E+C- ont été utilisées.

La consommation d'électricité des grues a également été estimée à l'aide de la méthode de calcul simplifiée proposée par le label E+C-.

Libellé	Quantité
Nombre de mois d'été avec grue	7 mois
Nombre de mois d'hiver avec grue	15 mois
Nombre de mois d'été sans grue	7 mois
Nombre de mois d'hiver sans grue	15 mois
Terres excavées	356 200 m ³

Résultats :

Libellé	Unité	Quantité	Facteur d'émission (kgCO ₂ eq par unité)	Total CO ₂ eq (en tonnes)
Gazole non routier	l	353 000	3,159 kgCO ₂ eq/l	1 115
Electricité, Mix moyen France	kWh	557 000	0,052 kgCO ₂ eq/kWh	29
TOTAL				1 154 t

Les émissions liées aux consommations énergétiques directes sur le chantier sont d'environ 1 150 tCO₂eq (soit près de 2,6 % du montant total des émissions de GES identifiées sur la phase).

3.1.2.4. Déchets

Le projet nécessite l'extraction de déblais, dont 80% est réutilisé sur site. Les 20% restants sont considérés comme envoyés en filière de traitement, pour stockage ou réutilisation ultérieure.

Libellé	Unité	Quantité	Facteur d'émission (kgCO ₂ eq par unité)	Total CO ₂ eq (en tonnes)
Déchets inerte en mélange	t	171 464	13 kgCO ₂ eq/t	2 229
TOTAL				2 229 t

Le traitement des déchets issus du chantier sont estimés à environ 2 230 tCO₂eq (Soit un peu plus de 5,2% du montant total des émissions de GES identifiées sur la phase).

3.1.2.5. Hors-Energie

Ce poste est lié à **l'artificialisation des sols (environ 1 570 tCO₂eq – 3,6 % du montant total des émissions des GES identifiées sur la phase de chantier).**

Les changements d'affectation des sols modifient les stocks de carbone contenus dans les sols. Il peut en résulter soit une émission de CO₂, soit une captation de CO₂.

Dans le cadre du projet, le changement d'affectation des sols aura pour effet de générer des émissions GES.

Conformément à la méthode Bilan Carbone, 4 principales typologies de sols ont été étudiées du point de vue des mutations des sols :

- Forêts
- Cultures
- Prairies
- Espaces artificialisés

A noter que les espaces artificialisés se divisent par ailleurs en deux types : les sols "imperméabilisés" et les sols "non imperméabilisés" (ceux-ci incluant les espaces verts, etc.).

Dans le cas d'une imperméabilisation des sols (construction de voirie, bâtiment, parking, voies...) la méthode applique par défaut une émission à hauteur du stock total de carbone contenu dans le sol. Le déstockage de GES se fait en une seule fois lorsque le sol est artificialisé. Les valeurs issues de la base carbone ADEME sont donc pour les prairies et les forêts de 290 tCO₂/ha.

Résultats :

Description	Unité	Quantité	Facteur d'émission (tCO ₂ eq par unité)	Total CO ₂ eq (en tonnes)
Prairie => Sols imperméabilisés	ha	5,4	290	1 567 t
TOTAL				1 567 t

3.2. PHASE EXPLOITATION

Ont été évaluées ici les **émissions associées à la consommation d'électricité et de fluides frigorigènes** lors de l'exploitation du projet sur sa durée de vie.

3.2.1. Consommations d'électricité

Le projet nécessite la consommation d'électricité pour son fonctionnement ainsi que pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire. Ces consommations ont été estimées dans la note STD de la phase APD en 2024

Description	Unité	Quantité	Facteur d'émission (tCO ₂ eq par unité)	Total CO ₂ eq (en tonnes/an)
Chauffage	kWh/an	1 570 352	0,052 kgCO ₂ eq/kWh	81,5
Rafrachissement		152 990		7,9
Déshumidification		49 630		2,6
Auxiliaires de production/distribution		269 623		14,0
ECS		130 610		6,8
Auxiliaires de ventilation		6 019 951		312,4
Eclairage		1 411 775		73,3
Equipement		1 050 326		54,5
TOTAL				553 t/an

Les consommations électriques de l'installation entraînent des émissions de gaz à effet de serre d'environ **553 tCO₂eq/an** pour son fonctionnement.

3.2.2. Consommations de fluides frigorigènes

Les groupes froid utilisés dans le cadre de l'exploitation du centre hospitalier pour la climatisation entraînent une consommation de fluides frigorigènes (Recharges nécessaires lors de l'entretien des installations). Dans le cas du centre hospitalier, le fluide utilisé est du R545B dont le Pouvoir de Réchauffement Global (PRG) est de 466 kgCO₂eq/kg.

Description	Unité	Quantité	Facteur d'émission (tCO ₂ eq par unité)	Total CO ₂ eq (en tonnes/an)
Consommation de fluide frigorigène	kg/an	1 150	466 kgCO ₂ eq/MWh	536
TOTAL				536 t/an

On arrive donc à des émissions de GES annuelles du projet estimées à **1 100 tCO₂eq/an**, soit environ **22 000 tCO₂eq au bout de 20 ans d'exploitation**.

4. CONCLUSION

Le projet évalué ici constitue un investissement carbone pour la mise en place du projet et ensuite pour son fonctionnement, par la consommation d'électricité et de fluides frigorigènes. Les nouveaux aménagements ont pour but de permettre au département des Hautes-Pyrénées de disposer d'un hôpital moderne bien dimensionné localement.

Comme cela a été présenté, le béton et les lots forfaitaires sont les éléments principaux responsables des émissions GES du poste Intrants. Des actions ont déjà été envisagées afin de réduire l'impact de ces postes, tel que la réutilisation de déblais in situ, l'utilisation de bois de structure.

Le projet évalué ici constitue un **investissement carbone** par l'ampleur des travaux de construction et d'aménagement nécessaires. Le total des émissions de gaz à effet de serre pour **la construction du projet est ainsi d'environ 43 500 t CO₂eq**. En phase exploitation, les émissions de gaz à effet de serre sont évaluées à environ **1 100 tCO₂eq/an, soit 22 000 t au bout de 20 ans d'exploitation**. Ce nouveau centre hospitalier permettant de remplacer à terme les hôpitaux de Tarbes et de Lourdes, tous deux plus anciens. La construction de ce centre hospitalier permet donc d'éviter des émissions dues à la maintenance et à l'exploitation (Chauffage et climatisation surtout) de ces hôpitaux vieillissant et moins performants énergétiquement.

Il est important de prendre en compte que ce rapport prend en compte uniquement l'impact du point de vue des émissions de gaz à effet de serre. Il ne faut pas oublier que la construction du centre hospitalier est un enjeu important localement afin de répondre aux besoins de santé de la population.

5. PISTES D'AMÉLIORATION

Suite à l'évaluation des émissions GES du projet, quelques préconisations sont proposées afin d'assurer ce bilan et de réduire davantage les émissions de GES de ce projet. Il s'agit ici d'initier le champ des possibles afin de lancer des études complémentaires sur la mise en place de solutions qui mériteraient d'être étudiées. Il faut noter qu'elles seront à retravailler et à préciser afin d'être intégrées dans les cahiers des charges des prestataires choisis pour mener les opérations.

■ Pour réduire les émissions de la **phase Construction** :

- Etudier la possibilité d'utiliser du « béton bas carbone », collecter des retours d'expérience provenant d'autres sites similaires sur la durabilité de ce type de béton. Le bilan carbone sera impacté par le choix du ciment pour la réalisation des bétons. Des ciments dits 'bas carbone' ou à minima utilisant une teneur en clinker plus faible permettrait d'abaisser significativement ce poste. Toutefois, la notion de béton bas carbone peut poser un problème de performance / durée de vie sur certains ouvrages. En effet, celui-ci doit répondre en premier lieu aux contraintes du projet : classe de résistance, temps de prise, maîtrise de mise en œuvre, robustesse sur le long terme. Devant l'importance de ce poste, il paraît néanmoins intéressant de mener des campagnes de test sur ce type de béton sur les postes pouvant s'y prêter. Nous recommandons ainsi d'ajouter au cahier des charges des entreprises la recherche d'une solution bas carbone pour ces derniers.
- S'assurer au maximum auprès des futures entreprises de travaux que les matériaux en acier proviennent de filières de recyclage reconnues, en visant un taux de recyclage élevé > 40%, notamment pour les aciers de ferrailage.
- Dans la même logique, privilégier des matériaux présentant un faible impact environnemental, par exemple provenant de filières de recyclage (fonte, PVC, PEHD...)
- Etude de la possibilité d'utiliser des matériaux de construction issus du réemploi, de la réutilisation ou du recyclage de déchets. Pour rappel, la loi de transition énergétique (LTECV - Titre IV - Article 79) oblige maintenant les collectivités territoriales à un réemploi des agrégats : à minima 20% dans les couches de surfaces et 30% dans les couches d'assises
- Réduire au maximum les distances entre le chantier et les centres d'approvisionnement, ainsi que les distances des centres de valorisation pour les déblais.
- Inciter à la bonne performance et maintenance des véhicules et des engins utilisés pour le transport de matériaux.
- Possibilité d'intervenir en amont en intégrant dans la grille de notation des offres des critères sur les émissions GES prévues par les entreprises dans le cadre des travaux, ou des actions déjà initiées (formations à l'éco-conduite, chartes/bonnes pratiques visant à éteindre le moteur des véhicules/engins lorsqu'ils ne sont pas utilisés, etc...).

■ Pour réduire les émissions de la **phase Exploitation** :

- Mise en place de panneaux photovoltaïques pour la production d'électricité. Cette mesure serait limitée d'un point de vue impact CO₂, le mix électrique étant déjà peu émetteur en France mais est tout de même envisageable.